

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-241185

(43)公開日 平成8年(1996)9月17日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号 廣内整理番号 F I 標記表示箇所
G 0 6 F 3/14 3 2 0 G 0 6 F 3/14 3 2 0 A
G 0 1 R 31/00 G 0 1 R 31/00
// G 0 1 R 29/00 29/00 Z

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全21頁)

(21)出願番号 特願平7-295965
(22)出願日 平成7年(1995)10月20日
(31)優先権主張番号 333907
(32)優先日 1994年11月3日
(33)優先権主張国 米国(US)

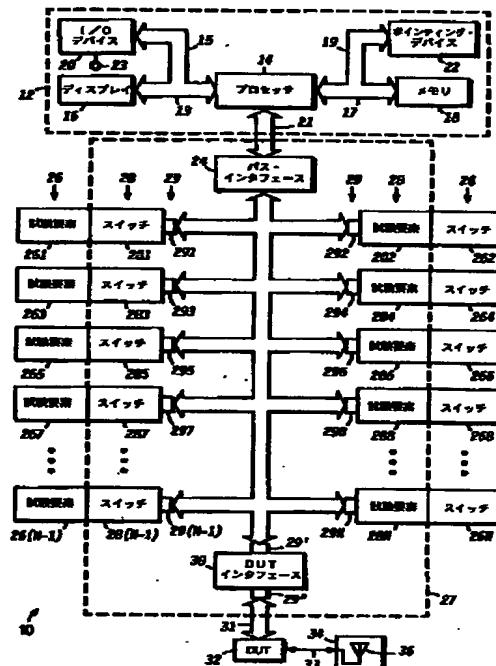
(71)出願人 390009597
モトローラ・インコーポレイテッド
MOTOROLA INCORPORATED
アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、
イースト・アルゴンクイン・ロード1303
(72)発明者 マイケル・ケント・スプレンジャー
アメリカ合衆国アリゾナ州メサ、ナンバー
72、イースト・マックレレン・ロード5345
(72)発明者 グレン・ユーシン・サター
アメリカ合衆国アリゾナ州フェニックス、イ
ースト・オーキッド・レーン3750
(74)代理人 弁理士 大貫 進介 (外1名)

(54) 【発明の名称】 統合型試験および測定手段ならびにグラフィカル・ユーザ・インターフェースを採用する方法

(57) 【要約】

【課題】 配線などにより試験要素を分解、再配列する必要無しに、再構成できる無線装置用試験システム。

【解決手段】 試験要素26は、コンピュータ12の制御に基くバス25に結合される。コンピュータ12は、バス25に呼び掛け、バスに結合された試験要素を識別する。試験要素を表すアイコン44は、「試験棚」ウィンドウ40に表示される。ユーザは、ウィンドウ40から「テストベンチ」ウィンドウ42にアイコン44'をドラッグ移動し、アイコン453～443上のI/Oポート4531～4431間でラインを引き、試験回路54をグラフィカル形式で作成する。コンピュータ12は、バス・コマンドを生成し、スイッチ28を起動させ、グラフィカル形式の試験回路54と同様に試験要素26を結合する。グラフィカル形式で設定された試験範囲およびパラメータ472～494は、試験要素26に自動送信され、試験結果470は同じコンピュータ・ディスプレイ16上に表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 装置を試験するため試験セットを操作する方法であって、前記試験セットは、コンピュータと、前記コンピュータによって制御されるグラフィカル・ディスプレイおよび切り換え可能な相互接続ネットワークとを有する、方法であって：複数の試験要素を前記ネットワークに結合する段階；前記コンピュータを操作して、前記ネットワークに呼び掛けて、どの試験要素が前記ネットワークに結合されているかを調べ、前記複数の試験要素を表すグラフィカル・シンボルを前記グラフィカル・ディスプレイ上に表示する段階；前記グラフィカル・ディスプレイ上で、グラフィカル・シンボルのセットを選択し、これらを結合して、グラフィカル形式で定義された試験回路を形成する段階；および前記ネットワークの一部を付勢して、前記グラフィカル・シンボルのセットに対応する試験要素のセットを電気的に相互接続し、前記グラフィカル形式で定義された試験回路に対応する物理的な試験回路を形成する段階；によって構成されることを特徴とする方法。

【請求項2】 グラフィカル・ユーザ・インターフェース（GUI）を利用して試験システムを構成する方法であって、前記試験システムは、複数の試験要素と、前記複数の試験要素をコンピュータ制御スイッチを介して結合する相互接続回路と、前記スイッチを制御し、GUI入力に応答して前記相互接続回路を介して前記複数の試験要素の少なくとも一部を動作するコンピュータとを有し、前記コンピュータは、グラフィカル・ディスプレイおよびメモリを含む、方法であって：前記グラフィカル・ディスプレイ上で、前記相互接続回路で利用可能な前記複数の試験要素の表現を表示する段階であって、各試験要素は該試験要素上で利用可能な入出力（I/O）ポートを表すI/Oポートを有するグラフィカル・アイコンによって表され、前記グラフィカル・アイコンは、少なくとも該試験要素のアドレスと、該試験要素のI/Oポートを前記相互接続回路の選択されたラインに結合するための制御コードとからなる関連した格納済みデータ・テーブルを有する、段階；前記グラフィカル・ディスプレイ上で、前記試験システムによって実行すべき試験を行うために利用したい試験要素のセットに対応するグラフィカル・アイコンのセットを選択し、前記グラフィカル・アイコンのセットのうち少なくとも2つのI/Oポート・シンボルをグラフィカル形式で結合する段階；前記グラフィカル形式で結合されたI/Oポート・シンボルに対応する前記制御コードおよび相互接続回路アドレスを、前記格納済みデータ・テーブルから取り出す段階；および前記格納済みデータ・テーブルから取り出された制御コードおよびアドレスからなる1つまたはそれ以上のメッセージを、前記相互接続回路を介して前記試験要素のセットに送信して、前記I/Oポートに関連するスイッチを開閉させ、前記グラフィカル・ディスプレ

イ上のI/Oポート・シンボルのグラフィカル形式の結合に相当するI/Oポート間の物理的な信号結合を、前記相互接続回路を介して行う段階；によって構成されることを特徴とする方法。

【請求項3】 グラフィカル・ユーザ・インターフェース（GUI）によって構成可能な試験システムであって：物理的な入出力（I/O）ポートを有する複数の物理的な試験要素；メモリと、少なくとも1つのI/Oデバイスと、GUIを表示するディスプレイとを有するコンピュータ；1つまたはそれ以上のラインの複数のノードを有するスイッチング・ネットワークであって、前記ノードは、前記複数の試験要素に結合し、1つまたはそれ以上のラインのうちさらに1つのノードは、被検デバイス（DUT）に結合し、各ノードは、固有のアドレスを有し、前記スイッチング・ネットワークは、前記コンピュータと通信し、前記コンピュータによって制御され、前記物理的な試験要素およびDUTの所望のセットを、前記GUI上で作成されたグラフィカルな試験構成によって決定される方法で結合する、スイッチング・ネットワーク；によって構成され；前記コンピュータは、前記スイッチング・ネットワークのノードに呼び掛けて、結合された物理的な試験要素を識別し、前記物理的な試験要素の物理的なI/Oポートに対応するグラフィカルなI/Oポート・シンボルを含むグラフィカル試験要素シンボルを前記ディスプレイ上で表示し；および制御プログラムが前記コンピュータを動作させて、（i）ユーザが前記DUTを試験するために望ましい物理的な試験要素のセットに対応するグラフィカルな試験要素シンボルのセットをグラフィカル形式で選択することを可能にし、（ii）ユーザがグラフィカルI/Oポート・シンボルをグラフィカル形式で結合して、前記ディスプレイ上でグラフィカル回路構成を形成することを可能にし、（iii）制御コードおよびアドレスをメモリから取り出し、前記スイッチング・ネットワークに送信して、それにより前記スイッチング・ネットワークは、前記グラフィカル回路構成に相当する物理的な回路構成で、物理的な試験要素およびDUTのセットの物理的なI/Oポートを結合することを特徴とする試験システム。

【請求項4】 装置を試験するため試験セットを操作する方法であって、前記試験セットは、コンピュータと、前記コンピュータによって制御されるグラフィカル・ディスプレイおよび切り換え可能な相互接続ネットワークとを有する、方法であって：複数の試験要素を前記ネットワークに結合する段階；前記コンピュータを操作して、前記ネットワークに呼び掛けて、どの試験要素が前記ネットワークに結合されるのかを調べ、前記試験要素を表すグラフィカル・シンボルを前記グラフィカル・ディスプレイ上で表示する段階；前記グラフィカル・ディスプレイ上で、前記グラフィカル・シンボルの第1サブセットを選択し、これらを結合して、第1のグラフィカ

ル形式で定義された試験回路を形成する段階；前記ネットワークの一部を付勢して、試験要素の前記第1サブセットを相互接続して、前記第1のグラフィカル形式で定義された試験回路に対応する、前記装置を試験するための第1の物理的な試験回路を形成する段階；およびグラフィカル・シンボルの第2サブセットで、前記選択する段階、結合する段階および付勢する段階を繰り返して、前記第1の物理的な試験回路とは異なる第2の物理的な試験回路を形成する段階；によって構成されることを特徴等する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、広範囲の最新の無線装置、無線システムおよび他の装置を試験する改善された手段および方法に関し、さらに詳しくは、試験システム構成および動作をグラフィカル・ユーザ・インターフェースによって定めることができる手段および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】表現の便宜上、「被検装置(device under test)」を表す「DUT」とは、試験される無線装置または無線システムまたはサブシステムまたは他の機器またはその構成要素またはサブアセンブリを表すために用いられる。「試験システム」、「試験セット」、「無線試験システム」および「無線試験セット」は、無線装置または無線システムまたはサブシステムまたはその構成要素または組み合わせ、あるいは他の種類の電子装置を試験するための手段を表すために互換可能に用いられる。試験は、製造評価、品質管理、修理、校正、アライメント、調整、性能評価、診断または当技術分野で周知の他の試験目的のために行われる。無線試験セットは無線修理のために用いられ、一般に「サービス・モニタ」および／または「通信システム・アナライザ」とも呼ばれる。

【0003】複雑化する無線システムの登場により、従来の無線システムにおいて標準的な変調方法であった単純な振幅変調(AM)および周波数変調(FM)技術から急速に逸脱する傾向にある。より高度な無線システムは、デジタル処理を多用して、スペクトル効率を改善し、無線装置のユーザに提供される無線サービス・コストを節減する。デジタル信号処理の採用により、時分割多元接続(TDMA: Time Division Multiple Access)

）、符号分割多元接続(CDMA: Code Division Multiple Access)、直交位相偏移(QPSK: Quadrature Phase Shift Keying)、直交振幅変調(QAM: Quadrature Amplitude Modulation)方法や、当技術分野で周知の他の方法など、よりスペクトル効率的な変調技術を利用できるようになる。これらおよび他の現代の変調方法は、基本的にデジタルであり、情報をデジタル・ビット・ストリームとして送信し、これは無線受信機によ

って受信され、デジタル・ワードとして復号される。この技術進化の結果、無線試験システムは、機能および柔軟性の向上を必要とし、特に、広い周波数および信号レベルの範囲で多くのさまざまな変調および信号符号化方法を扱うことができなければならない。

【0004】最新の無線試験システムは、さまざまな特定の試験装置を利用する必要があり、例えば、信号発生器、変調器、復調器、入力／出力(I/O)装置、増幅器、ミキサ、符号器および復号器(コーデック)、オシロスコープ、ひずみ率計、電力計、マルチメータ、変調器、減衰器、フィルタ、増幅器、検出器、スペクトル・アナライザ、シンセサイザ、ディスプレイ装置、測定装置などがあるが、それらに限定されない。単数複数を問わず、本明細書で用いられる「試験要素(testelement)」とは、1つまたはそれ以上のかかる装置、あるいは通信装置、特に無線装置または他の種類の電子装置を評価、試験、校正または修理するために必要な他の種類の受動型または能動型計器または装置を表すものとする。

【0005】従来の試験システムは、特定の方法で所定のDUTを試験するため互いに配線された試験要素の比較的固定された構成を利用する場合が多い。配線(hard-wiring)は、半田や他の固定接続ではなく、着脱可能なケーブルおよびプラグによって行われる場合が多く、そのため試験の組み合わせを容易に変更できる。いずれにせよ、異なる種類のDUTを試験することが望ましい場合、さまざまな試験要素を新しいDUTに適した新しい構成で、一般に手作業により分解・再接続しなければならない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】单一の試験セットが複数の種類のDUTを扱うことができなければならない場合、すべて必要な試験要素を内蔵して、各試験要素をパネル・スイッチまたはプラグ基板などにより選択可能かつ設定可能にしなければならない。異なる種類の無線装置および無線システムまたは他のDUTの数が増えると、適切な試験セットを作成するこの従来の配線式方法はもはや実際的でなくなる。たとえDUT固有のハードウェアのほとんどがほとんどの時間遊んでいるとしても、このように作られた試験セットには、試験セット内すべての予想される無線装置または他のDUTを試験する能力を備えなければならないという負担がある。このような試験セットは、製造および動作が複雑かつ高価なため望ましくなく、および／または異なる種類のDUTについて再構成するのに時間がかかる。従って、広い種類の無線装置および無線システムならびに他のDUTに便利かつ経済的に対応でき、しかも最小限のシステムの物理的な変更で異なる種類のDUTについて容易かつ素早く再構成できる改善された試験システムおよび方法が必要とされる。一部の従来の試験セットは、その動作を制御するためコンピュータを内蔵していた。すなわ

ち、試験要素が、例えば、所望の構成に配線されると、コンピュータは所望の順序の信号を供給して、DUTを作動させる。しかし、オンボード・コンピュータによって制御される機能のプログラミングは、使うのが面倒な特殊で、難解な試験機能言語を一般に用いる必要があった。このプロセスは複雑で、時間がかかり、あまり柔軟性がない。従って、試験システム、特に、完全にソフトウェア・プログラム可能な無線装置および無線システム用の試験システム、すなわち、配線などにより新たな試験構成に試験要素を分解、再配列および再接続する必要なしに、再構成できる試験システムが必要とされる。

【0007】

【実施例】図1は、本発明によるコンピュータ制御試験システムまたは試験セット10の簡略ブロック図である。試験セット10は、例えば、多数の今日のパーソナル・コンピュータ(PC)またはコンピュータ制御ワークステーションなどのコンピュータ12からなる。グラフィカル・ユーザ・インターフェースを提供するソフトウェアを搭載したIBM、アップル・コンピュータ、コンパック・コンピュータ、サン・マイクロシステムズ、シリコン・グラフィカルス、ヒューレットパッカード社製などのPCが適している。適切なグラフィカル・ユーザ・インターフェース(GUI)の例として、アップル・コンピュータ用のアップル・コンピュータ・マッキントッシュ(商標)オペレーティング・システムや、IBM PCまたはIBM PCクローン用にマイクロソフト社が提供するウインドウズ(商標)オペレーティング・システムがある。かかるグラフィカル・ユーザ・インターフェースおよびオペレーティング・システムは当技術分野で周知である。マイクロソフト・ビジュアルC++(商標)は、GUIアプリケーション・プログラムを書くために有用なプログラミング言語の一例である。

【0008】コンピュータ12は、例えば、IBM PCおよびIBM PCクローン用のインテル社製のx86およびペンティアム・プロセッサ・ファミリ、およびアップル・コンピュータおよび他のコンピュータ用のモトローラ社製の68xxxおよびパワーPCプロセッサ・ファミリなどのプロセッサ14からなる。プロセッサ14は、バス13、15によってディスプレイ16およびI/Oデバイス20に接続される。I/Oデバイス20は、キーボード、ペンおよび他の周知の種類の外部ポートまたはインターフェース23、例えば、シリアル・ポート、パラレル・ポート、IEEE488ポートなど、ただしこれらに限定されない、を便宜的に含む。かかるI/Oデバイスおよびポートは、当技術分野で周知である。ディスプレイ16は、コンピュータ12で一般的に用いられるCRTまたは液晶ディスプレイでもよい。

【0009】プロセッサ14は、バス17によってメモリ18に接続され、バス19によってポインティング・デバイス22に接続される。メモリ18は、RAM、R

OMおよびEPROMデバイスや、フロッピー・ディスク、ハード・ディスク、CDROM、テープ保存装置などの永久記録保存装置(archival storage device)ならびにおよび当技術分野で周知の他の種類のメモリを含む。ポインティング・デバイス22は、便宜的に「マウス」または「トラックボール」であるが、任意の便宜的なポインティング・デバイスを利用してよい。コンピュータ12は従来のPCまたはワークステーションとして説明されるが、同等またはそれ以上の機能を有する任意のコンピュータを利用してもよい。ポータブル・コンピュータまたは「ノートブック」コンピュータや、同様な小型で携帯しやすいコンピュータは、場所から場所に移動しやすく、図10に示す他の装置と組み合わせた場合に、全体的に小型なシステムを提供するので、特に便利である。

【0010】プロセッサ14は、バス21によりバス・インターフェース24に接続される。バス・インターフェース24は、スイッチ28および任意の着脱プラグ(connection-disconnection plug)29を介して試験要素26に接続するバスまたは相互接続手段25の間で信号および接続遷移を行う。試験要素26は、複数の個別試験要素261、262、...、26Nからなる。スイッチ28は、複数の個別(例えば、マルチリード型)スイッチ281、282、...、28Nからなる。プラグ29は、複数の個別(例えば、マルチリード型)プラグ291、292、...、29Nからなる。バス25は、マルチリード型バスであり、好ましくは、アナログ信号ライン、デジタル信号ライン、RF信号ライン、電力、グランドおよびさまざまな制御ラインからなる。バス25上の各リードに供給される信号により、スイッチ28

1...28Nは開閉して、それによりテスト要素261...26Nを互いに接続し、またバス25を介してDUTインターフェース30およびDUT32に接続する。一般に、スイッチ28およびプラグ29は、マルチリード型デバイスである。任意のスイッチにおけるリードの数および種類は、好ましくは、このスイッチが結合される個別試験要素26の機能に依存する。あるスイッチは、バス25に流れる任意の種類の信号を接続および切断するスイッチング・デバイスを内蔵してもよい。従って、スイッチ28は、RFスイッチと、デジタル、アナログ、電力および/またはグランドまたはそれらの組み合わせである信号用のスイッチとを含む場合がある。特定の試験要素が光信号を採用する場合には、光スイッチも内蔵されることがある。同様に、プラグ29は、試験要素26およびスイッチ28に接続する必要のあるいかなる種類の信号も接続する。

【0011】すべての種類の信号をすべての種類の試験要素に接続する必要はないので、プラグ29は、個別のスイッチ28および試験要素26によって用いられる以上のリードを含んでもよい。システム10の動作に要求

される信号リードのすべてをプラグ29が内蔵することにより、任意の試験要素26およびそれに伴うスイッチ28を任意のプラグ29に差し込むため、そうすることが望ましいが、不可欠というわけではない。しかし、複雑さを低減するため、一部のプラグ29は、わずかな割合の試験要素しか必要としないリードを省略してもよい。例えば、第1サブセットのプラグ29はRF接続を含み、第2サブセットは含まなくてもよい。このとき、対応する試験要素は、その動作のために必要とされるリードを含むプラグ29に挿入することに限定される。

【0012】スイッチ28、プラグ29およびバス25は、任意の試験要素26を任意の他の試験要素26に直接接続できるように、あるいは他の試験要素とシリアル接続で接続できるように、十分なリードを含むことが望ましい。異なる種類の信号を伝達するライン間のクロストークを最小限に抑えるため、遮蔽はバス25内で便宜的に行われる。スイッチ28は、電子的に制御される、すなわち、各スイッチ281...28Nは、所望の試験要素に関連するスイッチを起動するため、適切なアドレスとともにバス25内の制御ライン上で送信される信号に基づいて開閉できる。

【0013】個別の試験要素261...26Nおよびその対応するスイッチ281...28Nは、(例えば、対応するプラグ291...29Nを利用して) 1つの単位としてバス25から接続・切断できることが望ましいが、これは不可欠ではない。このように、特定の種類の試験要素に関連するスイッチは、その種類に固有でもよく、当該試験要素で必要としないスイッチ要素を含む必要はない。例えば、受動型RFフィルタまたは減衰器は、RFスイッチのみを必要とし、関連するプラグにおいてDCまたは低周波数AC、またはデジタル信号、または電力スイッチもしくは接続を必要としない。同様に、音声信号発生器またはラウド・スピーカまたはマイクロフォンは、それに関連するRFスイッチまたは接続を設ける必要はない。

【0014】図1は、各試験要素26に関連する個別のスイッチ28がある好適な実施例を示すが、これは不可欠ではなく、試験セット10にとって望ましい機能に応じて、いくつかのスイッチング機能をインターフェース24、30内で統合してもよい。

【0015】電気および光ライン25は、説明の便宜上、「バス」として表したが、これは制限するものではなく、当業者であれば、本明細書の説明に基づいて、点線枠27内に含まれるスイッチ28、プラグ29、インターフェース24、30および相互接続手段25は、コンピュータ12によって指示され、その制御に基づいて、また各試験要素およびDUTによって供給、処理または測定される信号の種類と整合性のある方法により、最も広い意味で、任意の試験要素26を任意の他の種類の試験要素26およびDUT32に接続させる機能を有する

電子(および光)スイッチング・マトリクスまたはネットワークを形成することが理解される。上記の機能を提供する任意のコンピュータ制御スイッチング・ネットワークまたはマトリクスを利用できることが、本明細書の説明に基づいて当業者に理解される。本明細書で用いられる「バス」という用語は、任意のかかるスイッチング・マトリクスまたはネットワークを含むものとする。他の適切なコンピュータ制御ネットワークの例として、スター型、ループ型およびマトリクス型、ならびにそれらの組み合わせがある。

【0016】インターフェース30は、DUT32をバス25に結合し、またバス25およびスイッチ28を介して試験要素26に結合するために設けられる。プラグ29と同様なプラグ29'、29"は、インターフェース30をバス25から、およびDUT32に至るバス31から接続または切断できるように便宜的に含まれる。バス25と同様に、バス31は、複数の種類の信号および制御命令を伝達できる。あるいは、プラグ29"は、DUT32に結合するバス31の終端に配置してもよく、あるいは切断可能なプラグをバス31の各終端に設けてもよい。DUT32がバス25およびバス31を介して利用できない追加接続を必要とする場合、DUT32を外部要素34に、例えば、それに限定されないがアンテナ36に結合するため、別の信号リード33が設けられる。

【0017】図1は、DUT32への接続が主に配線またはケーブルによる場合を示すが、試験セット10は、このようにエネルギーおよび/または情報をDUT32に結合する方法に制限されない。例えば、1つまたはそれ以上の試験要素26は、例えば、DUT32に結合されたアンテナに対して空中で信号を伝送できる1つまたはそれ以上のアンテナを含む基準送信機、受信機および/またはトランシーバからなってもよい。このように、DUT32が無線装置の場合、空中信号を送信および/または受信する能力を適切に評価できる。試験セット10はモジュール式であり、バス25に結合された任意の所望の試験要素を含むことができるので、かかる改善された機能はより便宜的に提供される。基準送信機、受信機および/またはトランシーバならびにDUT32は、コンピュータ12の制御によりバス25を介して操作できる。

【0018】コンピュータ12は、便宜的には、グラフィカル・ユーザ・インターフェース(GUI)を提供する保存されたオペレーティング・システムおよびアプリケーション・プログラムを利用するコンピュータである。コンピュータ12、バス・インターフェース24およびバス25が付勢されると、プロセッサ14は、バス・インターフェース24を介して便宜的にバス25をポーリングまたは呼び掛け(interrogate)て、スイッチ28および任意のプラグ29を介してバス25に結合された試験要

素261～26Nの識別およびアドレスを判定する。各試験要素261～26Nは、望ましくは、関連した固有のアドレスを有する。このようなアドレスは、例えば、試験要素26および関連スイッチ28が挿入されたバス25に対する物理的ポート（例えば、プラグ291...29N）のアドレスによって判定できる。個別の試験要素26および関連スイッチ28は、無線装置、無線システムまたはサブシステムあるいはその組み合わせを動作および測定するために必要な任意の種類のものでもよい。

【0019】バス21、25およびバス・インターフェース24を介してプロセッサ24によって自動的に認識される固有の識別を各試験要素に与えることが便利である。このように、コンピュータ12は、例えば、試験要素261が特定の特性を有するオシロスコープであり、試験要素262がDCマルチメータであり、試験要素263が特定のコーナ周波数（これは調整可能）を有する高域通過フィルタであり、要素264が特定のコーナ周波数（これは調整可能）を有する低域通過フィルタであり、要素265が音声信号発生器であり、要素266がRF信号発生器であり、試験要素267が変調器であるなど、判定できる。

【0020】好適な実施例では、各試験要素に伴う固有識別（ID）は、メモリ18に格納された、あるいは個別試験要素またはそれらの組み合わせに格納された試験要素特性の対応するセットを特定する。例えば、第1の構成では、メモリ18は、オシロスコープ261の動作機能を記述するパラメータの完全なセットを格納する。

同様に、各接続された試験要素に特有の測定計器パラメータ、有効レンジ、所要信号の種類、入力および出力の数などの対応するセットは、メモリ18または他の場所に格納される。このようなデータは、ポーリング動作中に得られたIDに基づいて検索可能である。

【0021】以上は、バス25に結合された各試験要素26およびスイッチ28に関するデータをコンピュータに提供する便宜的かつ好適な方法であるが、他の周知な手段も利用できる。例えば、試験要素26またはスイッチ28は、バス25によって呼び掛けられ、かつ呼び掛けられた試験要素およびスイッチに関するデータで応答するリード・オンリ・メモリ（ROM）を含んでもよく、このデータはその後メモリ18に格納される。このように、個別試験要素に関連するデータは、試験要素自身によって保持され、かかる試験要素および対応するスイッチがプラグ29のうち1つを利用してバス25に挿入されたときにのみ、コンピュータ12に展開される。この方法は、メモリ18に常駐する試験要素データが常に最新であり、かつバス25に結合された試験要素に厳密に対応することを保証するという利点を有する。あるいは、あらゆる可能な試験要素タイプのより大きなライブラリをメモリ18に格納または展開して、バス25に

結合されたものに対応するデータを、バスに結合された試験要素のポーリング中に得られたIDによって検索する。また、これらの組み合わせも利用できる。

【0022】本明細書で用いられる「ウインドウ(window)」という用語は、特定のアイコンを配置し、相互接続し、調整できるディスプレイ16上のGUIの領域を表すものとする。アイコン(icon)とは、一般に、GUIボインティング・デバイスによって起動して、特定の機能を実行できるグラフィカル・シンボルのことである。デバイスを表したり、プログラムを呼び出すため、コンピュータ・ディスプレイ上のウインドウ内のアイコンを利用することは周知である。本発明に関し、「アイコン」という用語は、例えば、試験要素または他の実際の物理的デバイスや、実際の物理的デバイスの機能を表すグラフィカル・シンボルを指すものとする。図2は、本発明の好適な実施例によるコンピュータ12のディスプレイ16上で見られるグラフィカル表示を示す。ディスプレイ16は、さまざまなアイコン441～464（総じてアイコン44）が提示される「装置棚(Equipment Shelf)」ウインドウ40を示す。アイコン441～462は、スイッチ28によって相互接続されるバス25上で利用可能な各試験要素26をグラフィカル形式で表す。アイコン463は、DUTインターフェース30を表し、アイコン464はDUT32を表す。ウインドウ40は、唯一のアクティブ・ウインドウでもよく、あるいは例えば、図2に示すように「テストベンチ(Test Bench)」ウインドウ42などの別のウインドウに重ねてもよい。

【0023】装置棚ウインドウ40は、例えば、オシロスコープ441、ベースバンド・アナライザ442、ひずみ率計443、デジタル・マルチメータ444、低域通過フィルタ445、広域通過フィルタ446、CCITTレスポンス加重音声フィルタ(CCITT response weighting audio filter)447、C-メッセージ・レスポンス加重音声フィルタ(C-MESSAGE response weighting audio filter)448、スペクトル・アナライザ449、信号発生器450、可変減衰器451、ワットメータ452、RFアナライザ462、ならびに各補助要素、例えば、アンテナ453、発生器出力454、受信機接続455、音声出力456、スピーカの出力457、外部音声入力接続458、マイクロフォン入力接続459、他の入力460など、さまざまなアイコン44を示す。DUTインターフェース463（図1のDUTインターフェース30に対応する）およびDUT464（図1のDUT32に対応する）も示される。

【0024】図2ないし図4のアイコン44と図1の試験要素26、DUTインターフェース30およびDUT32との間に1対1の対応がある。各アイコン44と関連するのは、このアイコンが表す要素の実際のI/Oに対応するグラフィカル入出力（I/O）である。従って、

11

一部のアイコンは1つのI/Oポートしかないが、別のアイコンはその機能に応じて2つ、3つまたはそれ以上のI/Oポート・シンボルを有する。使用の便宜上、各要素のI/Oポート・シンボルは、異なる幾何学形状、色または濃淡を有し、異なる種類の信号ラインが容易に見分けられるようになっている。例えば、図2ないし図4では、RFポートは開環（白抜き）で、他の種類のポートは閉環（黒塗り）として示されている。デジタル・ポートは、アナログ・ポートとは別の形状、例えば、円ではなく方形でもよい。

【0025】各アイコンに関連して、特定のアイコンに対応する試験要素のバス・アドレスと、試験要素が提供できる試験機能および動作できる範囲を記述する試験要素に関する他のデータとを収容する（例えばメモリ18に）格納された試験要素データ・ファイルがある。以下で説明するように、特定のアイコンを選択して拡大することにより、関連試験要素に関する更なる詳細をスクリーン上で見ることもでき、個別試験要素に関する特定の調整可能なパラメータを、拡大されたアイコンに関連する別のグラフィカル・シンボルによって設定できる。

【0026】装置棚ウィンドウ40は、図2では各種類の試験要素の1つの例のみを収容して示されるが、複製をバス25上の空ソケット29に単純に挿入することにより、同じ種類の複数の試験要素を設けることができる。これが当業者に理解される。バス25上の各バス・ソケットに伴う固有のアドレスを設けることにより、同じ種類の複数の試験要素さえも固有に区別できる。

【0027】図3は、図2に示したのと同様なグラフィカル・ユーザ・インターフェースを示し、ここで装置棚ウィンドウ40からのアイコン44のサブセット44'は、第2ウィンドウまたは「テストベンチ(Test Bench)」42と記されたディスプレイ・スクリーンの部分に移動され、相互接続されて、所望の試験回路54のグラフィカル記述をなしている。

【0028】テストベンチ42上に示す特定の試験構成は、一例としての説明のためにすぎず、制限するものではない。動作中、ユーザは、装置棚ウィンドウ40に示されるアイコン44から、テストベンチ42に移動したいアイコンを選択する。図示の例では、DUT464、DUTインタフェース463、可変減衰器451、ワットメータ452、RFアナライザ462、Cメッセージ・レスポンス加重音声フィルタ448、オシロスコープ441、デジタル・マルチメータ444およびスピーカ457が装置棚ウィンドウ40からテストベンチ・ウィンドウ42に移動され、サブセット44'を形成する。各サブセットの要素44'のI/Oポートは相互接続され、回路54をなす。サブセット44'は、装置棚ウィンドウ40上のアイコン44の一部またはすべてを含んでもよい。

【0029】I/Oポートの相互接続は、以下でさらに

12

詳しく説明するドラッグ・アンド・ドロップ(drag and drop)手順によって便宜的に達成されるが、この手順について、本明細書における説明に基づいて、例えば、ウィンドウズ（商標）の環境によってサポートされる種類のGUIでいかにして達成されるかは当業者に理解される。コピー・アンド・ペースト(copy and paste)手順またはドラッグ・アンド・ドロップ手順のいずれかを利用して、例えば、アイコンをオープン・ウィンドウの各部分に移し、これらをあるウィンドウから別のウィンドウに移動することは、ウィンドウズのグラフィカル環境では周知である。これらの結果は、実質的に同じである。アイコン44のサブセット44'が選択され、グラフィカル装置棚ウィンドウ40からグラフィカルテストベンチ・ウィンドウ42に移動されると、これらのアイコンはグラフィカルかつ物理的に接続できる。図3および図4では、アイコンI/Oポートは、アイコンの参照番号に4番目の数字を追加することによって識別される。例えば、減衰器451のI/Oポートは、4511、4512として識別される。

【0030】アイコン44'を結合して、所望の試験回路54を形成するため、ポインティング・デバイス22に結合されたグラフィカル相互接続ツールが設けられる。グラフィカル相互接続ツールおよびこのツールを提供するために必要なソフトウェアは、当技術分野で周知である。グラフィカル相互接続ツールにより、試験セット・オペレータはポインティング・デバイス22を利用して、各アイコンの所望のI/Oポートを結合するラインを引くことができる。かかるラインは、アイコン44'によって表される要素26、30と32との間でつなぎたい物理的な接続をグラフィカル形式で表す。例えば、図3において、DUTアイコン464のポート4641～4643とDUTインタフェース・アイコン463のポート4632、4635、4636との間で接続が描かれる。DUTインタフェース・アイコン463のポート4631は、可変減衰器451のポート4511に結合される。試験回路54では、DUTインタフェース・アイコン463のポート4633～4634は接続されない。減衰器451のポート4512は、ワットメータ452のポート4521と、RFアナライザ462のポート4621とに接続される。RFアナライザ462のポート4622は、Cメッセージ・レスポンス加重音声フィルタ448のポート4481に接続され、またCメッセージ・レスポンス加重音声フィルタ448は、オシロスコープ441のポート4411と、デジタル・マルチメータ444のポート4441と、スピーカ457のポート4571とに結合されたポート4482を有する。

【0031】テストベンチ・ウィンドウ42上のアイコン44'のI/Oポート・シンボル間で接続がグラフィカル形式で行われると、コンピュータ12は、対応する

13

物理的な試験要素、DUTインターフェース30およびDUT32の対応する物理的なI/Oポートを結合できるのに十分な情報を得る。グラフィカル形式でアイコンを選択し、そのI/Oポート・シンボルを接続する行為は、情報を提供し、コンピュータ12は物理的な試験要素上で接続される物理的なポートの総合リストを作成できる。コンピュータ12は、メモリからバス制御信号を取り出し、この制御信号は、テストベンチ・ウィンドウ42上の回路54におけるグラフィカルな接続によって決定される方法で、対応する試験要素26、DUTインターフェース30およびDUT32の対応するI/Oポートを互いに結合するようにスイッチ28を設定する。

【0032】図4は、システムのオペレータから見た図3のGUIと同様な図であり、ここでアイコン452、441が選択・拡大され(452E、441E)、それらの設定および得られた測定値を示す。図4において、ワットメータ452は装置棚ウィンドウ40からテストベンチ42に移動され、入力ポート4521をポート4512に結合することにより試験回路54に挿入される。ポート4521からワットメータ・アイコン452の拡大アイコン452Eのポート4521Eにつながる点線453が設けられ、元のアイコン452は便宜的に暗くなるか、あるいは影として示される。拡大アイコン452Eは、各測定値464および測定範囲と、ワットメータ452が動作している単位466～468を示す。同様に、オシロスコープ441のグラフィカル表示に対応する拡大アイコン441Eは、アイコン441のポート4411と拡大アイコン441Eのポート4411Eとの間で点線443によって結合されて示される。

【0033】拡大オシロスコープ・アイコン441Eは、実際のオシロスコープ信号トレース・ディスプレイ470と、さまざまな範囲スケール、例えば、時間軸(「t/di v」)スケール472、垂直スケール474(フルダウント・メニューを利用)を示し、この垂直スケール474の値は、ポインティング・デバイス22によって制御されるグラフィカル・ポインタ476を操作することによって選択できる。オシロスコープ・アイコン441Eに関連する他の調整可能で選択可能なパラメータも示され、例えば、マーカ482、測定パラメータ(例えば、「電圧」)484、信号ピーク・ツー・ピーク・エクスカーション486(例えば、480ミリボルト)、モード488、トリガ・モード490、パーシステンス・モード492および保存選択オプション494が示される。グラフィカル・オシロスコープ・アイコン441に関連するこれらの設定可能なパラメータ、変数またはオプションは、オシロスコープ・アイコン441に対応する実際のオシロスコープ(例えば、オシロスコープ試験要素261)で利用可能なパラメータ、変数またはオプションに対応する。図4上のディスプレイは、アイコン441によって表される実際のオシロスコープ

14

を表す静的データと、オシロスコープ・アイコン441に対応する試験要素によって行われるダイナミックな測定値の両方を示す。従って、本発明では、通常または拡大モードのアイコンと、このアイコンが表す、バス25に結合された特定の試験要素との間には1対1の関係がある。

【0034】拡大アイコン441Eは、対応する試験要素(例えば、要素261)によって実際に受信される信号のディスプレイを含むので、物理的なオシロスコープ試験要素にディスプレイの必要はない。自走オシロスコープのCRTを駆動するために用いられる信号は、バス25を介してコンピュータ12に返送され、対応する拡大アイコン441Eで提示される。この同じ機能は、他の試験要素にも適用され、自走計器と同様に、独自にディスプレイを有する場合もあるが、本発明では、出力信号をバス25を介してコンピュータ12に送信し、好ましくは試験要素を表すアイコンの拡大形式に関連して、ディスプレイ16上で提示する。これは好適な配置であるが、試験要素26は、もし望ましければ、独立した出力ディスプレイを有してもよい。

【0035】図5は、本発明の動作、特に、装置棚ウィンドウ40に配置するプロセス50を詳細に示すフローチャートである。図5に示すように、ステップ52は、バス25をポーリングまたは呼び掛けて、DUTインターフェース30およびDUT32(もし接続されていれば)を含む利用可能な試験要素26および対応するスイッチ28を識別するため実行される。ステップ54において、対応する試験要素グラフィカル・アイコンは、メモリ18から取り出されるか、あるいは各試験要素26(またはDUTインターフェース30)またはその組み合せ内に格納された情報を読み出すことによって取り出される。ステップ56において、バス25で利用可能な各試験要素に関連するグラフィカル・アイコンは、例えば、「装置棚」というタイトルのウィンドウ40に表示される。「装置ラベル」というラベルが好ましいが、任意の所望のウィンドウ・タイトルを利用してもよい。同じことは、「テストベンチ」ラベルにも適用される。

【0036】ステップ58で、ID、機能、ならびにバス25(および装置棚ウィンドウ40)で利用可能な試験要素26に関連する他のデータは、好ましくはメモリ18であるメモリに格納される。ライン51によって示されるように、これはステップ52の直後に行っても、あるいはシーケンス54、56、58中のいつでも行うことができる。ライン53、53'およびステップ57に示すように、ユーザは、試験要素を抜き取り、別の試験要素と交換することにより、あるいは追加試験要素を空のプラグ・ソケットに単純に追加することにより、バス25で利用可能な試験要素をいつでも変更できる。コンピュータ12は、望ましくは、ポーリングおよび他のステップ52～58を繰り返して、利用可能な試験要素

15

26を識別し、すべての利用可能な試験要素のID番号および関連データを識別しおよび／またはメモリに格納する。所望の試験要素が装置棚ウィンドウ40上に存在し、その関連データがメモリに格納されると、この手順は59において示されるように終了する。

【0037】図6は、各アイコン44をウィンドウ40内にまたは装置棚ウィンドウ40からテストベンチ・ウィンドウ42に移動したり、あるいは選択および移動するためのプロセス60を示す簡略フローチャートである。ステップ62において、特定のグラフィカル・アイコンのスクリーン位置が呼び出されるか、あるいは判定される。ステップ64において、ポインティング・デバイス22によって制御されるグラフィカル・スクリーン・ポインタ476の位置が判定される。ステップ62および64は、図6に示すように、順番に、あるいは並行して行うことができる。ステップ66において、スクリーン・ポインタの位置およびグラフィカル・アイコンの境界が比較され、問い合わせステップ68が実行され、ポインタ476がアイコン境界内にあるかどうか調べる。ポインタ476がアイコン境界内にある場合、アイコンは「選択」され、ステップ70において、このアイコンに関するデータがポインタ位置と関連づけられる。アイコンを「選択する」ことは、このアイコンとその関連データとをポインタ位置に結合する効果を有する。ステップ72において、ユーザはポインタを新たな位置に移動する。ステップ74において、アイコン・データは新たなスクリーン位置と関連づけられ、ステップ76において、アイコンは、ライン75によって示されるように新たな位置に直接表示されるか、あるいはライン77によって示されるようにステップ78に示される「格納」動作を介して表示される。アイコンおよびその関連データが新たなスクリーン位置と識別されると、手順は79で示されるように終了する。当業者に理解されるように、スクリーン位置は、アイコンがもとあった同じウィンドウ内でもよく、あるいは異なるウィンドウでもよく、アイコンが位置するウィンドウの識別は、例えば、関連アイコン・データの一部である。

【0038】図7は、装置を試験するためルーチン80の実行を示す簡略フローチャートである。ステップ50において、装置棚ウィンドウ40に、図5で説明したように、コンピュータ12で利用可能な要素を表すアイコン44を配置する。ステップ60において、アイコン44のサブセット44'は、図6で説明したように、装置棚ウィンドウ40からテストベンチウィンドウ42に移動される。サブセット44'（ユーザによって選択される）は、所望の試験を実行するために必要な特定のアイコンからなる。プロック86において、アイコン44'は、図3に示すように互いに結合され、回路54をなす。ステップ88において、動作および測定範囲およびパラメータは、図4で説明したように、各試験要素につ

10

いて設定される。図3および図4に示される回路54およびパラメータ設定は、提供できる多くの回路および計器設定の一例にすぎず、制限するものではない。

【0039】ステップ86において所望の試験要素44'が互いに結合され、ステップ88において試験セット要素の動作および測定範囲およびパラメータが設定されると、プロック90において試験が実行される。ステップ92において、結果はディスプレイ16（例えば、図4参照）上に表示できる。ステップ94において、試験測定結果は保存されるか、および／またはI/Oデバイス20を介して他の装置、例えばプリンタ91に出力してもよい。

20

【0040】ステップ92において測定結果を表示した後、問い合わせステップ96が望ましくは実施され、試験が完了したかどうかを調べる。答えが「ノー」の場合、ステップ98を行って、試験構成または動作を修正してもよい。ステップ86において試験回路に結合するため、追加アイコンがテストベンチ・ウィンドウに移される場合には、ステップ98の出力はプロック60に供給されるか、あるいはプロック88において異なるパラメータおよび動作範囲を設定し、ステップ90において試験を繰り返してもよい。

20

【0041】あるいは、ライン93によって示されるように、試験セット10は同じ試験を繰り返し実行するようにプログラムできる。これは、さまざまな異なる出力や、同じ出力の異なる部分を調べて、DUTの性能を評価する場合に特に貴重である。

30

【0042】本発明の特定の特徴は、試験を終了したり、試験セットを遮断せずに試験構成をダイナミックに修正できることである。例えば、実行される試験が回路54にすでに含まれる試験要素で適切に解釈できない異常な出力を示し、また例えば、ベースバンド・アナライザ442など追加試験要素を試験回路54に含めることができ望ましい場合を想定する。ユーザは、装置棚ウィンドウ40を起動し、ベースライン・アナライザ442を選択し、これをテストベンチ・ウィンドウ42に移動する。アナライザ442は、テストベンチ・ウィンドウ42に移されると、自動的にパワーアップする。ユーザは、前述の同じ方法でアナライザ442の入力4421を回路54内における適切なポイントに結合することにより、アナライザ442を回路54に挿入する。バス25上のベースバンド・アナライザ442の存在は、配置する装置棚40における最初のポーリングの結果、コンピュータ12にすでに知られている。回路54に対するアナライザのポート4421のグラフィカルな結合はコンピュータ12によって検出され、すでに説明したのと同じ方法で、実際の試験要素の対応する物理的な結合を行うスイッチ命令のセットに変換される。

40

【0043】各試験要素の挿入または取り外しは、ダイナミックに行うことができる、すなわち、試験を終了ま

50

たは中断したり、既設の試験セットアップを分解したり、DUTの動作を中断せずに行うことができる。これは、診断試験を行う場合に特に便利である。なぜならば、これによりユーザは、試験装置を再配線したり、試験対象の装置を抜いたり、遮断する必要なしに、試験シーケンスの進行と同時に各試験要素を抜き差しできるためである。同様に、コンピュータは追加された試験要素を自動的に認識し、追加された試験要素に必要な動作、範囲および他のデータならびに命令をメモリから取り出すので、新たな試験プログラムまたは装置ドライバを手作業で展開するため、試験を中断する必要がない（ただし、これは除外されるわけではない）。また、コンピュータ12は、望ましくは、試験要素がテストベンチに追加されるおよび／または試験回路に結合されると、追加試験要素を自動的にパワーオンさせる。

【0044】所望の試験要素が最初にバス25にない場合、プラグ29のうち空のプラグに挿入され、その時点でコンピュータ12によって認識され、装置棚ウィンドウ40上で利用可能な試験要素に追加され、そこからユーザはこの試験要素を選択し、回路54に結合できる。同様に、回路54で必要でなくなった装置は、例えば、関連I/Oポートへの接続ラインを削除し、アイコンをウィンドウ40にドラッグして戻すことにより、グラフィカル形式で出されたコマンドによって取り消され、装置ウィンドウ40に戻される。これにより、対応するスイッチ28はコンピュータ12の制御によってリセットされ、対応する物理的な試験要素26をパワーオフし、回路54から切り離す。

【0045】前述のように、本発明の別の特徴は、試験要素のパワーオン／オフ状態の自動制御であり、試験セット内の電力消費を最小限に抑えることである。好適な実施例では、対応するアイコンが装置棚ウィンドウ40にあるときは、試験要素26はパワーオフ状態のままで、アイコンがテストベンチ・ウィンドウ42に移動されるととき、あるいは試験回路54に結合され、いずれの配置も適切なとき、これらの場合に、パワーオン状態に切り換える。逆に、回路54から切り離されたり、テストベンチ・ウィンドウ42から移動されると、これらのアイコンはパワーオフ状態に戻る。これは、試験セットの電力消費を最小限に抑える。これは、例えば、アイコンに関連するデータにフラグ、すなわち、アイコンが装置棚ウィンドウにある（または回路54から出る）場合に、「パワーオフ」に相当する第1論理値を有し、アイコンがテストベンチ・ウィンドウにある（または回路54にある）場合に、「パワーオン」状態に相当する第2論理値を有するフラグを立てることにより、容易に達成できる。フラグは、コンピュータ12によってポーリングされ、また、スイッチに電源を切断または接続するように命令する、アイコンによって表される試験要素に関連するスイッチにバス25を介して送信される信号

は、フラグの論理値に対応する試験要素に送られる。パワーオン／オフ設定を行うこの方法は便利であるが、同じ結果を自動的に達成する他の手段も利用できる。対応するアイコンの位置またはグラフィカル試験回路への抜き差しに基づく自動パワーオン／オフ切り換えは望ましいが、不可欠ではない。

【0046】図7の説明に戻って、問い合わせ96に対する答えが「イエス」の場合、第2問い合わせステップ100が望ましくは生じて、ユーザが試験構成および設定を保存したいかどうかを調べる。答えが「イエス」の場合、ステップ102が生じ、テストベンチ・ウィンドウ要素の選択、相互接続、I/O信号および範囲ならびに他の情報がメモリ18（または他の場所）に格納され、その後、試験装置ルーチン80は104で終了する。

【0047】ブロック106は、試験プロセス80を実行する別の手段を提供する。ステップ50, 60, 86, 88を進まずに、ステップ102を介して以前に格納された所定の試験構成はステップ106において呼び出され、テストベンチ・ウィンドウ42で表示される。

次に、かかる所定の試験構成に基づいて「試験実行」ステップ90を実行してもよい。かかる所定の試験構成は、ライン105に示すように最初に選択してもよく、あるいはライン107に示すようにステップ98に関連して選択してもよい。呼出ステップ106の出力109は、ライン109に示すように「試験実行」ステップ90に送られるか、あるいは点線によって示すように、プロセス80の任意の中間段階に送って、この所定の試験構成を修正してもよい。ユーザは、例えば、ディスプレイ116上にグラフィカル形式で提示されるオプションを利用して、あるいはポインティング・デバイス22を利用して、いくつかの可能な選択肢から選択できる。

【0048】図8は、「試験要素結合」プロセス86をさらに詳細に示す簡略フローチャートである。「試験要素結合」プロセス86は、試験要素を表すアイコンが選択されるステップ110と、グラフィカル接続ツールが選択されるステップ112と、選択された試験要素に関連するバス接続情報またはサブルーチンが呼び出されるステップ114と、グラフィカル・アイコンが少なくとも試験要素アドレスおよび入出力基準データと関連づけられるステップ116とによって構成される。ステップ110, 112, 114, 116は順番に実行されるものとして図示されているが、これは説明の便宜のためにすぎず、不可欠ではなく、さまざまな異なる順番に実行してもよい。非制限的な一例では、ステップ110の前にステップ112を実行する。

【0049】ステップ118において、試験要素アイコン上のI/O接続ポイント・シンボルがディスプレイに提示される。図2, 図3および図4における例で注意したように、これらは常に存在し、アイコンはグラフィカ

19

ル構成の一部として存在する。いずれにせよ、ステップ118は、ステップ120の前にいつでも実行でき、ステップ120において、オペレータはアイコン44'上のI/O接続ポイント・シンボルをグラフィカル形式で結合し、テストベンチ・ウインドウ42上でグラフィカル形式に提示される回路54内に配置する。

【0050】所望のI/Oポート・シンボル間でグラフィカル接続が試みられる、または接続されると、有効性確認(validation)問い合わせステップ122が望ましくは実行され、これらのI/Oポートの接続が許されるかどうかを調べる。これは、各接続が試みられる際に自動的に行うことができ、あるいはスクリーン上の問い合わせ(例えば、有効性確認? イエス/ノー? (Validate? Yes/No?))に応答して、いくつかの予備接続が行われた後に、離散的に行うことができる。好適な実施例では、許容できない接続はスクリーン上に残らない。

【0051】有効性確認ステップ122の望ましさについては、交信される信号に整合性のないさまざまな試験要素I/Oポートの勝手な接続を許すことは、時間および資源の無駄であることを考慮することによってよく理解される。例えば、デジタル信号入力は、現実の計器においてアナログ入力にうまく接続できず、またその逆もできない。同様に、音声信号ポートをRFポートに、またその逆に接続したり、あるいは同じ装置の入力および出力を同じ接続で接続することは意味をなさない。

【0052】各利用可能な試験要素26について、選択された試験要素のI/Oポートが接続できる他の試験要素のI/Oポートのテーブルまたは他の表現がメモリ18に便宜的に格納される。ステップ120で試みられた接続が許される種類のものである場合、有効性確認問い合わせステップ124に対する答えは「イエス」であり、接続はステップ124に示すように表示することが許され、答えが「ノー」の場合、ステップ126において「無効接続(invalid connection)」表示が行われ、制御は望ましくはステップ118に戻る。接続の合否の可聴表示を行ってもよい。問い合わせステップ122の出力は、経路127を介してステップ128に進むか、あるいは経路125を介して表示ステップ124に直接進んでもよい。

【0053】ステップ128において、ステップ120において作成され、ステップ122において確認されたグラフィカル接続は、少なくとも、試験要素アドレスと、ステップ120、122において行われたグラフィカル接続(例えば、回路54)によって記述される方法でテストベンチ・ウインドウ42上で選択された試験要素を物理的に接続するために必要な格納済みI/Oスイッチ・コマンドとに関連づけられる。前述のように、各アイコンおよびそのI/Oポート・シンボルについて、試験要素のI/Oポートに対して行われる物理的I/O接続について記述し、かつかかる接続を達成し、試験要

20

素をパワーオンおよびパワーオフするために必要なバス・コマンドについて記述する関連試験要素データ・ファイルがある。

【0054】ステップ112において選択されたグラフィカル接続ツールがI/Oポート・シンボル間でグラフィカル接続に成功すると、ステップ128において、選択された試験要素に対する対応する物理的I/O接続が識別され、また、ステップ120においてユーザによってグラフィカル形式で記述された接続を達成するためにバス25上でスイッチ28に送信しなければならないコマンドが、メモリ18から識別される。従って、ステップ128が完了すると、コンピュータ12は、どの試験要素上のどのI/Oポートを、テストベンチ・ウインドウ42上に存在するどの試験要素上のどのI/Oポートに接続するのが望ましいのかを把握でき、グラフィカル接続に対応する物理的接続をバス25を介して生成するために必要な対応するスイッチ制御コマンドをメモリから取り出す。

【0055】ステップ130において、プロセッサ14は、バス25上でI/Oスイッチ・コマンドおよび関連する試験要素アドレスを送信し、選択されたスイッチ28を開閉させて、テストベンチ・ウインドウ42上で回路54にグラフィカル形式で表された試験要素に対応する試験要素26(および要素30, 32)間で本物の物理的接続を行う。任意のステップ132において、プロセッサ14は、試験要素26および/またはその関連するスイッチ28から、結合コマンドが受信され実行されたという肯定応答を受信する。表示ステップ124は、有効性確認直後に、あるいはステップ130の後に、あるいはステップ132の後に実行でき、もしくはステップ130, 132の後に修正して、コマンドが送信されたことを表示する(ステップ130)か、および/または(ステップ132において)結果が肯定応答されたことを表示してもよい。

【0056】次に、問い合わせステップ121が実行され、ここで、答えが「ノー」の場合、ルーチンは131で終了し、答えが「イエス」の場合、中間保存ステップ129が実行される。ステップ129で保存された情報は、さまざまな選択および接続ステップを繰り返さず40に、保存された試験構成を再現するため、それ以降で再度呼び出すことができる。「試験要素結合」ルーチン86の終了時に、物理的な試験セット10は、テストベンチ・ウインドウ42上に選択されたアイコン44'のグラフィカル表示された回路54に示されるように、利用可能な試験要素261～26N, DUTインターフェース30およびDUT32のサブセットを有する。

【0057】図9は、試験要素の動作および測定範囲およびパラメータを設定するステップ88の実行を示す簡略フローチャートである。所望の試験要素を表すアイコンが選択される、ステップ133が実行される。次に、

21

プロセッサ14は、選択されたアイコンに関連する有効範囲およびパラメータ設定をメモリ18から取り出し、好ましくは拡大形式でディスプレイ16上に表示する（例えば、ステップ134）。ステップ136において、ユーザは、範囲およびパラメータ・コントロールを表すアイコンの部分をグラフィカル形式で調整して、所望の動作範囲およびパラメータを設定する（例えば、図4に示す拡大されたオシロスコープ表示441Eおよびその関連範囲選択およびパラメータ・コントロールを参照）。コンピュータおよび試験要素動作を制御するためにはさまざまなスライダー（slider）、プルダウン・メニューおよび他のフィールドをグラフィカル・イメージとして提供できることが、本明細書における説明に基づいて当業者に理解される。

【0058】ステップ138において、少なくとも試験要素アドレスと、ステップ136において生成された範囲コントロール設定とは合成され、ステップ140において、試験要素アドレスと、アドレス指定される試験要素の動作のパラメータおよび範囲を設定するために必要な範囲コントロール設定とを含む信号がバス25で送信される。任意の問い合わせステップ142は、選択された試験要素が送信された命令を受信したかどうかを判定するために設けられる。答えが「ノー」の場合、ステップ143の「無効設定（Invalid Setting）」が呼び出され、制御はステップ136に戻る。答えが「イエス」の場合、ステップ144において、設定が表示される。ステップ144は、ステップ136の直後、あるいは肯定応答問い合わせ142を受信した後に実行してもよい。問い合わせ146において、設定を保存すべきかどうかを判定する。答えが「イエス」の場合、保存ステップ148が実行され、それ以外の場合には、ステップ144の直後、あるいは問い合わせステップ146に対する「ノー」の答えの直後に終了150が生じる。ルーチン88の完了時に、試験システム10は、テストベンチ・ウィンドウ42および適切な試験パラメータおよび動作範囲設定上で、グラフィカル回路54で示されるように相互接続されたアイコン44'（DUTインターフェースおよびDUTを含む）のサブセットによって表される所望の試験要素を有し、所望の試験を実行するため物理的に用意ができる。

【0059】本発明は、無線装置および他の電子装置を試験する改善された手段および方法を提供することが、上記の説明に基づいて理解され、ここで各試験要素の選択、相互接続およびプログラミングは、GUIを利用して達成される。さらに、コンピュータ制御スイッチング・システムによって相互接続されるプラグ可能なモジュールにより、広範な試験機能および試験に対処できる。メモリに格納されたデータにより、GUIアイコンは試験要素を表すことができ、また試験要素のI/Oポートに対応するI/Oポート・シンボルを含むことができ

22

る。試験結果は、例えば、実際の試験計器の外観を有する試験要素の拡大バージョンで、グラフィカル形式で表現された関連コントロールおよび出力とともに便宜的に（ただし不可欠ではないが）表示される。システムは、特に柔軟性があり、コンパクトで多機能な試験セットにおいて、極めて複雑な無線装置、無線システムおよび他の装置に対処できる。試験要素はモジュール式であり、試験セットから着脱可能なため、容易に変更できる。このように、新たな試験要素を必要とする新しい無線装置または他の装置が開発されても、これらを利用可能なプラグイン・コネクタ29の1つに接続することによって、試験セットに含めることができる。

【0060】本発明から逸脱せずに、本明細書で開示した概念、構造および方法に基づいて多くの変形が可能なことが、本明細書における説明に基づいて当業者に理解される。従って、本開示に基づいて当業者に想起されるかかる変形は、特許請求の範囲に含まれるものとする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明により複数の試験要素からなる試験セットの簡略概略ブロック図である。

【図2】本発明のユーザから見た「装置棚（Equipment Shelf）」として表されるグラフィカル・ディスプレイの簡略図で、利用可能な試験要素を表すアイコンを示す。

【図3】試験を実施するため、特定の利用可能な試験要素アイコンが「テストベンチ（Test Bench）」と記されたグラフィカル・ディスプレイの別の部分に移動され、相互接続される、図2と同様なディスプレイである。

【図4】出力を監視でき、かつ選択された試験要素アイコンに関連する各コントロールがグラフィカル手段によって処理されるように、特定の試験要素アイコンの拡大によりいかにして測定結果を提示するかを示す、図3と同様なディスプレイである。

【図5】グラフィカルな装置棚に配列した場合の、本発明の装置の動作の詳細を示すフローチャートである。

【図6】コンピュータ・ディスプレイ上のアイコンのグラフィカルな再配列がどのようにして行われ、アイコンに関連するデータとどのように関係するかを示す簡略フローチャートである。

【図7】本発明による試験装置の動作の方法を示す簡略フローチャートである。

【図8】試験要素の結合に関する、本発明の更なる詳細を示す簡略フローチャートである。

【図9】試験要素の動作および測定範囲またはパラメータの設定に関する、本発明の更なる詳細を示す簡略フローチャートである。

【符号の説明】

10 コンピュータ制御試験システムまたは試験セット

12 コンピュータ

13, 15, 17, 19, 21 バス

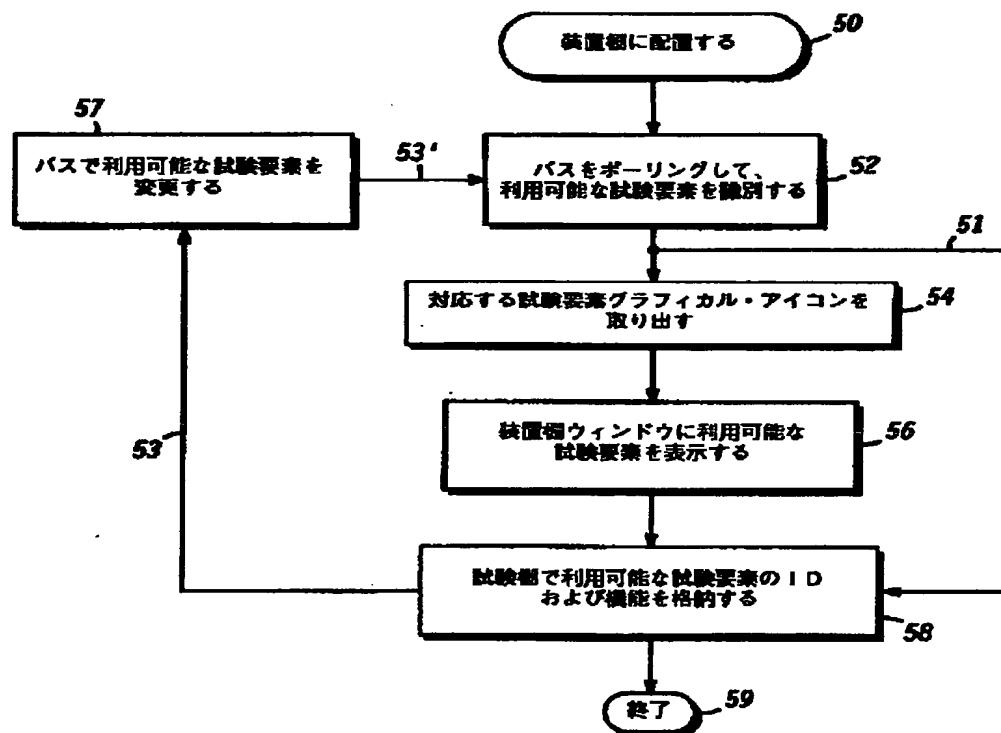
14 プロセッサ

50

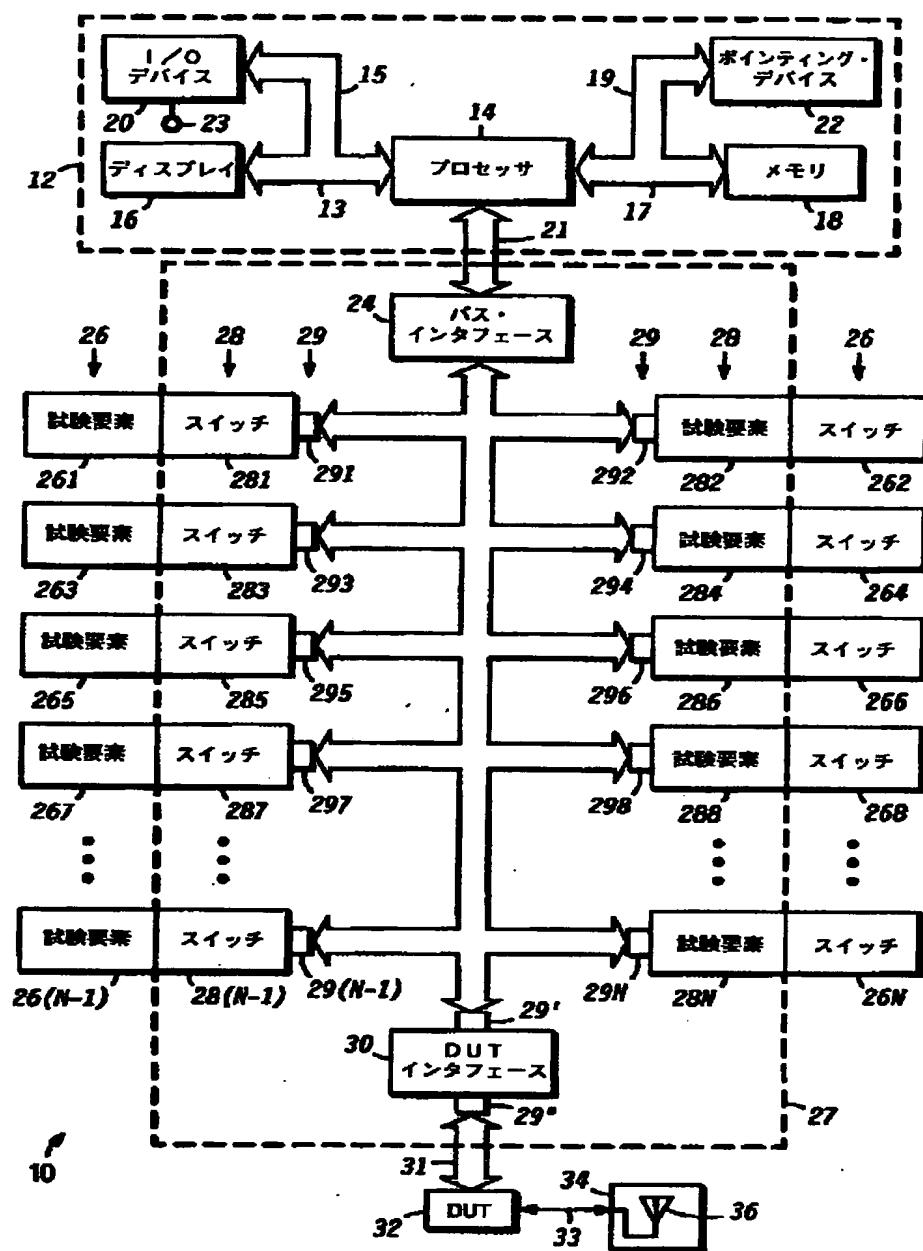
- 16 ディスプレイ
- 18 メモリ
- 20 I/Oデバイス
- 22 ポイントティング・デバイス
- 23 ポートまたはインターフェース
- 24 バス・インターフェース
- 25 バスまたは相互接続手段
- 26 試験要素
- 28 スイッチ
- 29 着脱プラグ
- 30 DUTインターフェース
- 32 DUT
- 33 信号リード
- 34 外部要素
- 36 アンテナ
- 40 装置棚(Equipment Shelf) ウィンドウ
- 42 テストベンチ(Test Bench) ウィンドウ
- 44 アイコン
- 441 オシロスコープ・アイコン
- 442 ベースバンド・アナライザ・アイコン
- 443 ひずみ率計アイコン
- 444 デジタル・マルチメータ・アイコン

- 445 低域通過フィルタ・アイコン
- 446 広域通過フィルタ・アイコン
- 447 CCITTレスポンス加重音声フィルタ・アイコン
- 448 C-メッセージ・レスポンス加重音声フィルタ・アイコン
- 449 スペクトル・アナライザ・アイコン
- 450 信号発生器アイコン
- 451 可変減衰器アイコン
- 10 452 ワットメータ・アイコン
- 453 アンテナ・アイコン
- 454 発生器出力アイコン
- 455 受信機接続アイコン
- 456 音声出力アイコン
- 457 スピーカ出力アイコン
- 458 外部音声入力接続アイコン
- 459 マイクロフォン入力接続アイコン
- 460 他入力アイコン
- 462 ワットメータ・アイコン
- 20 463 DUTインターフェース・アイコン
- 464 DUTアイコン
- 54 試験回路

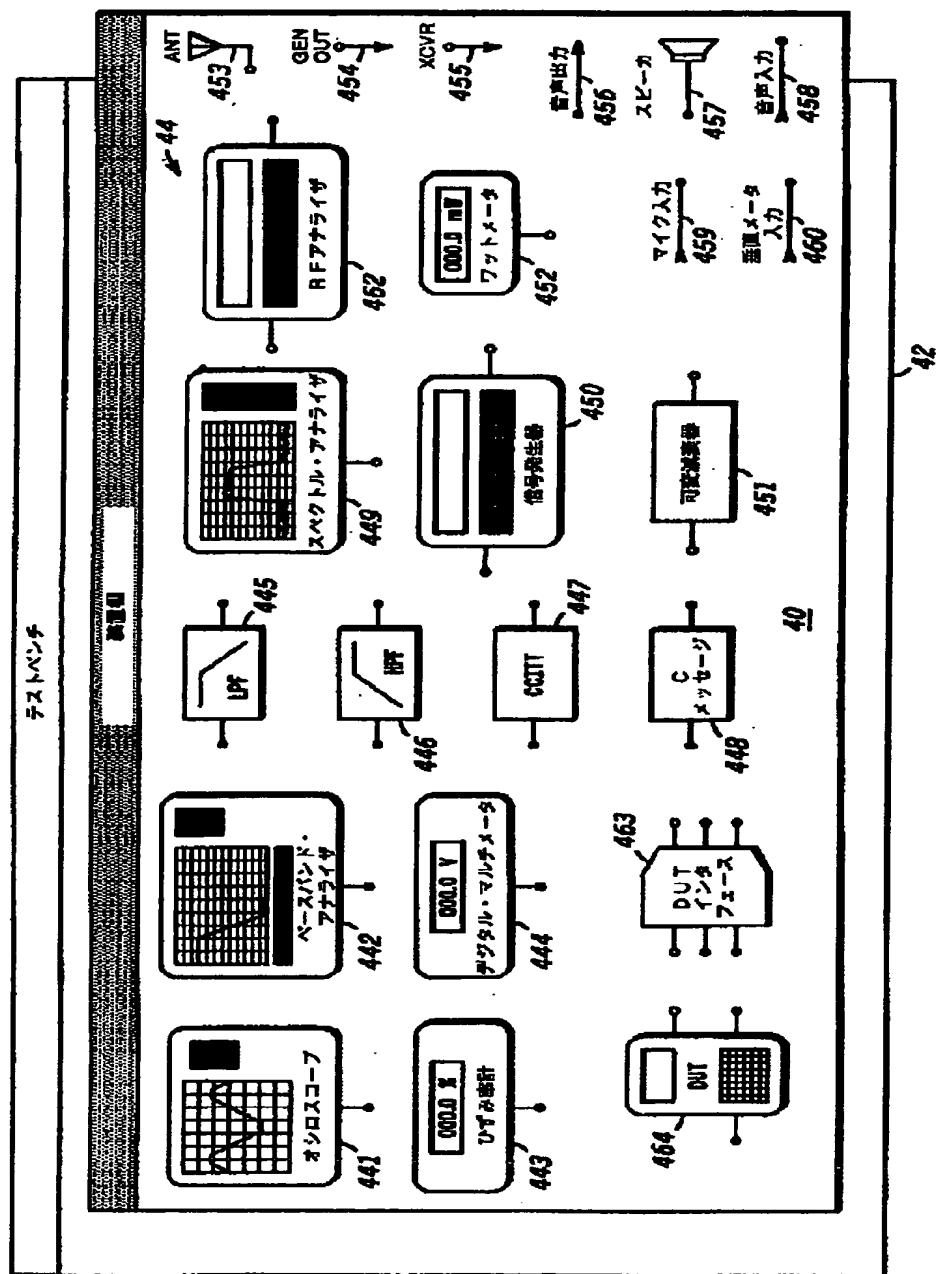
【図5】



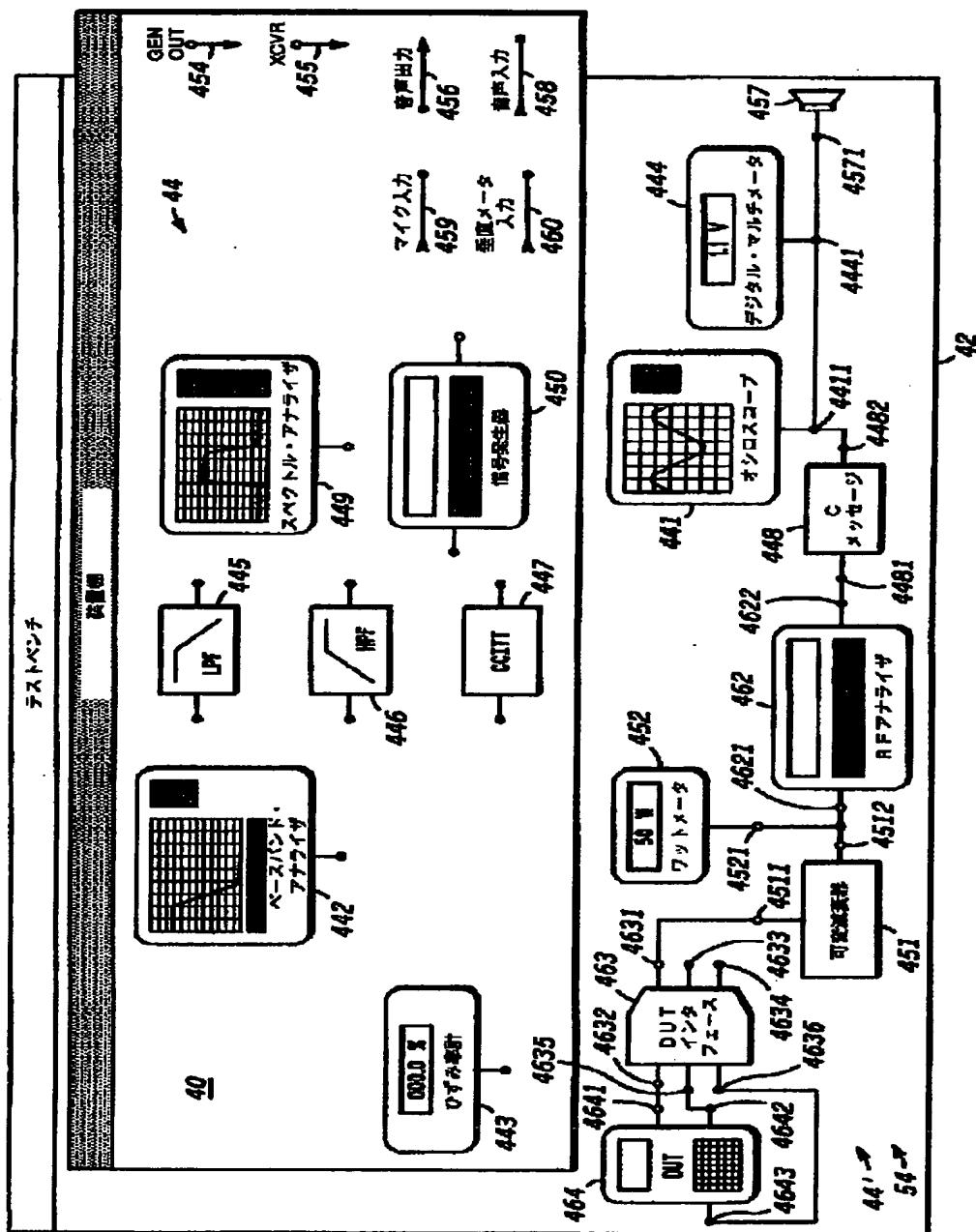
【図1】



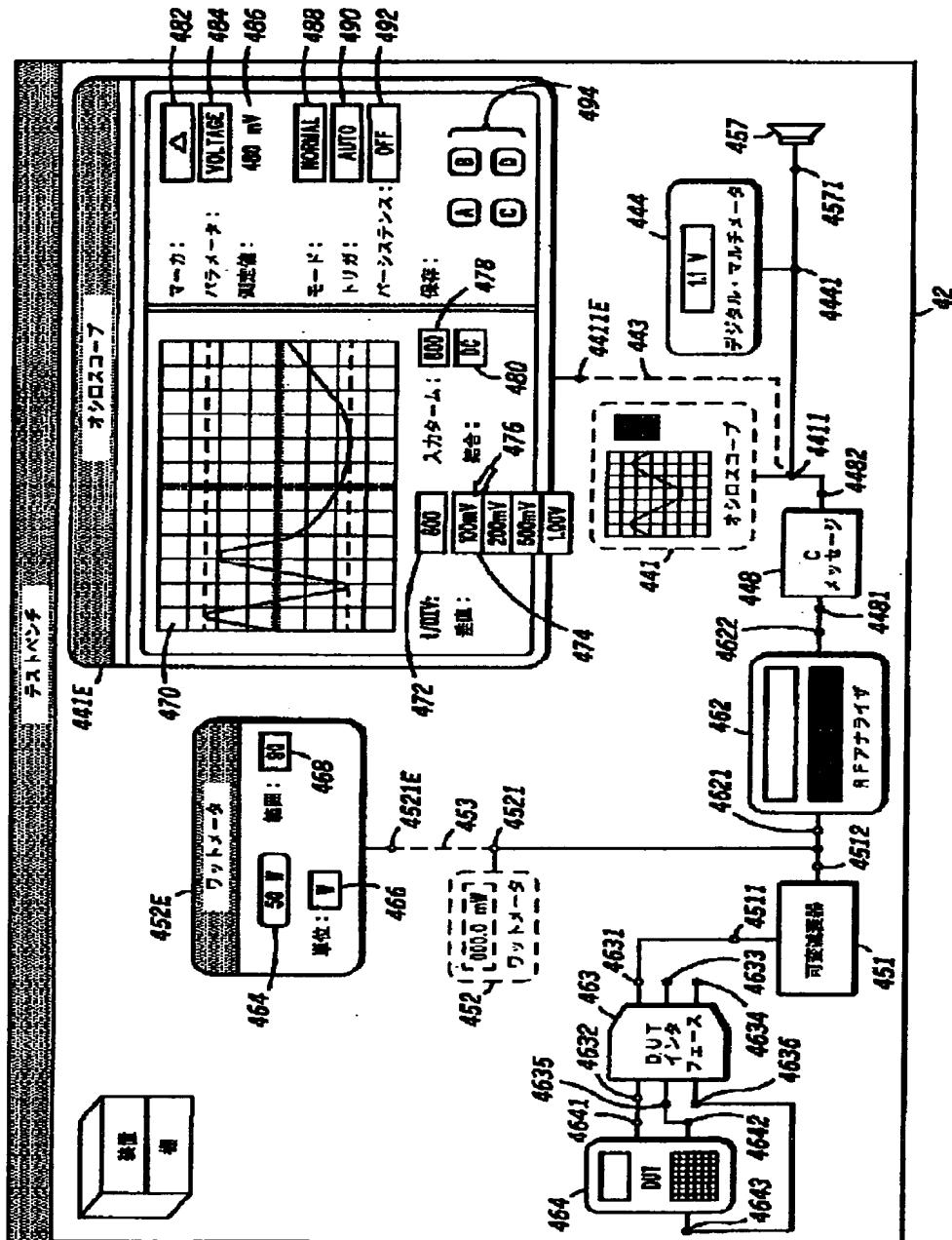
【図2】



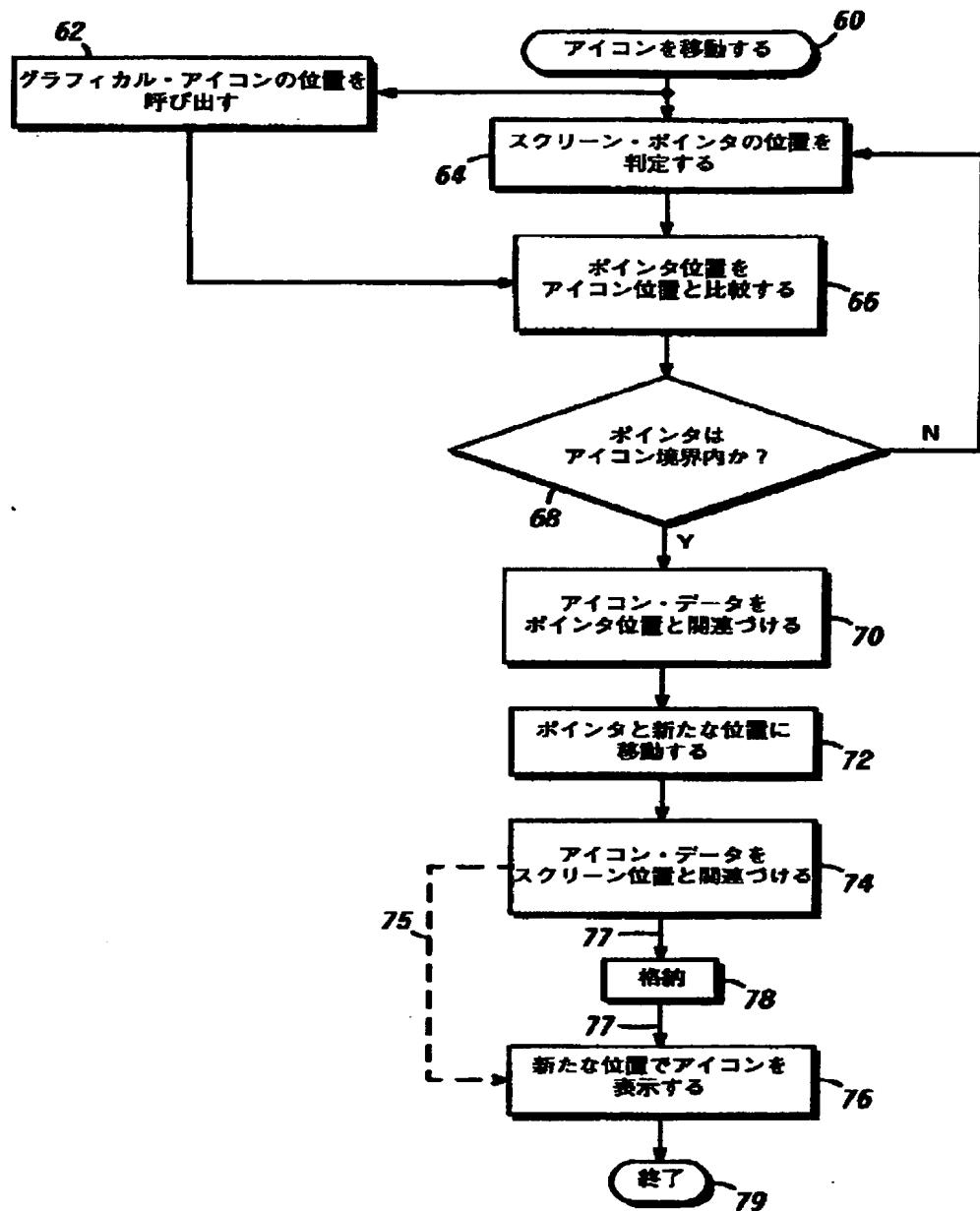
【図3】



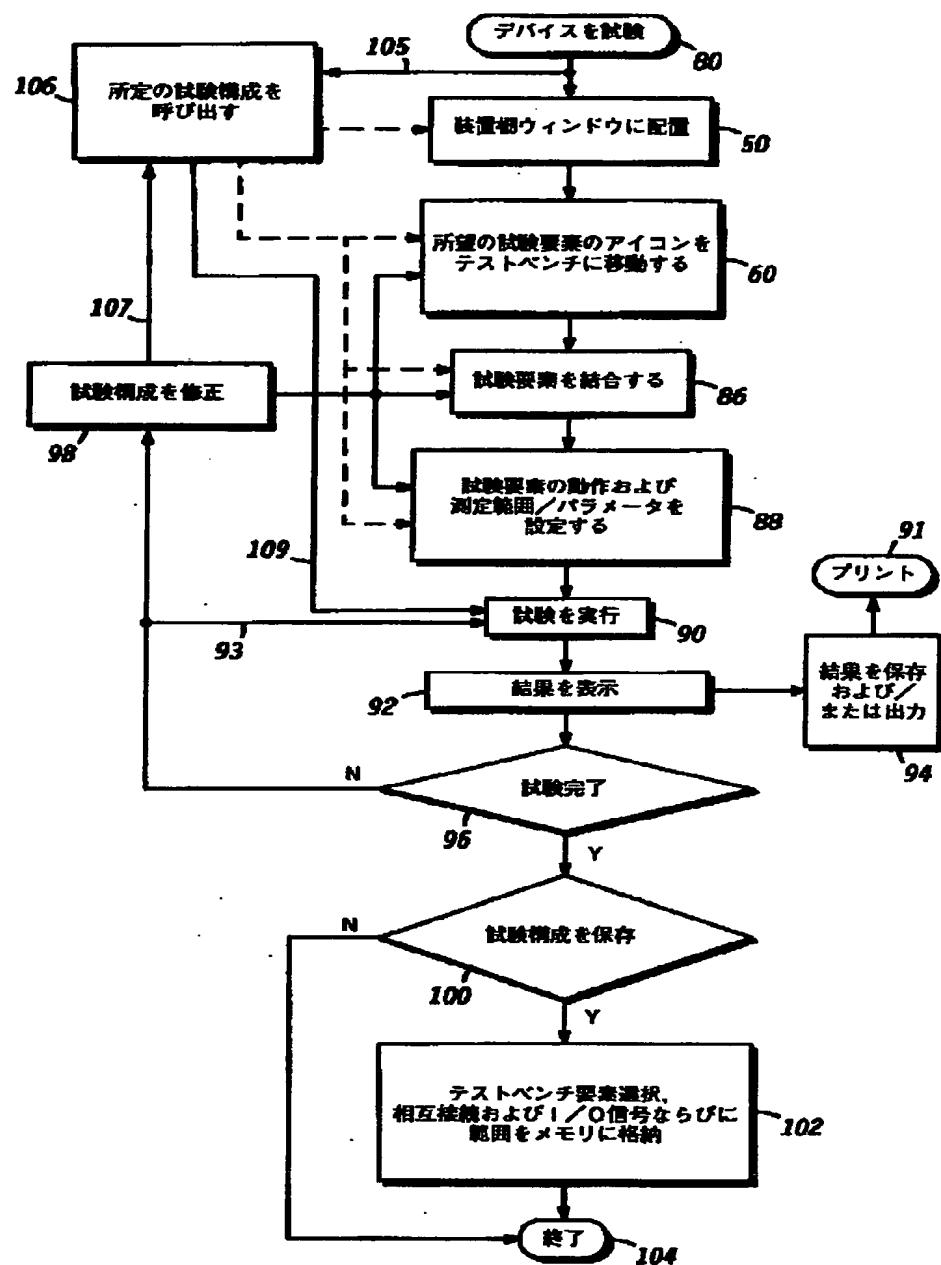
【図4】



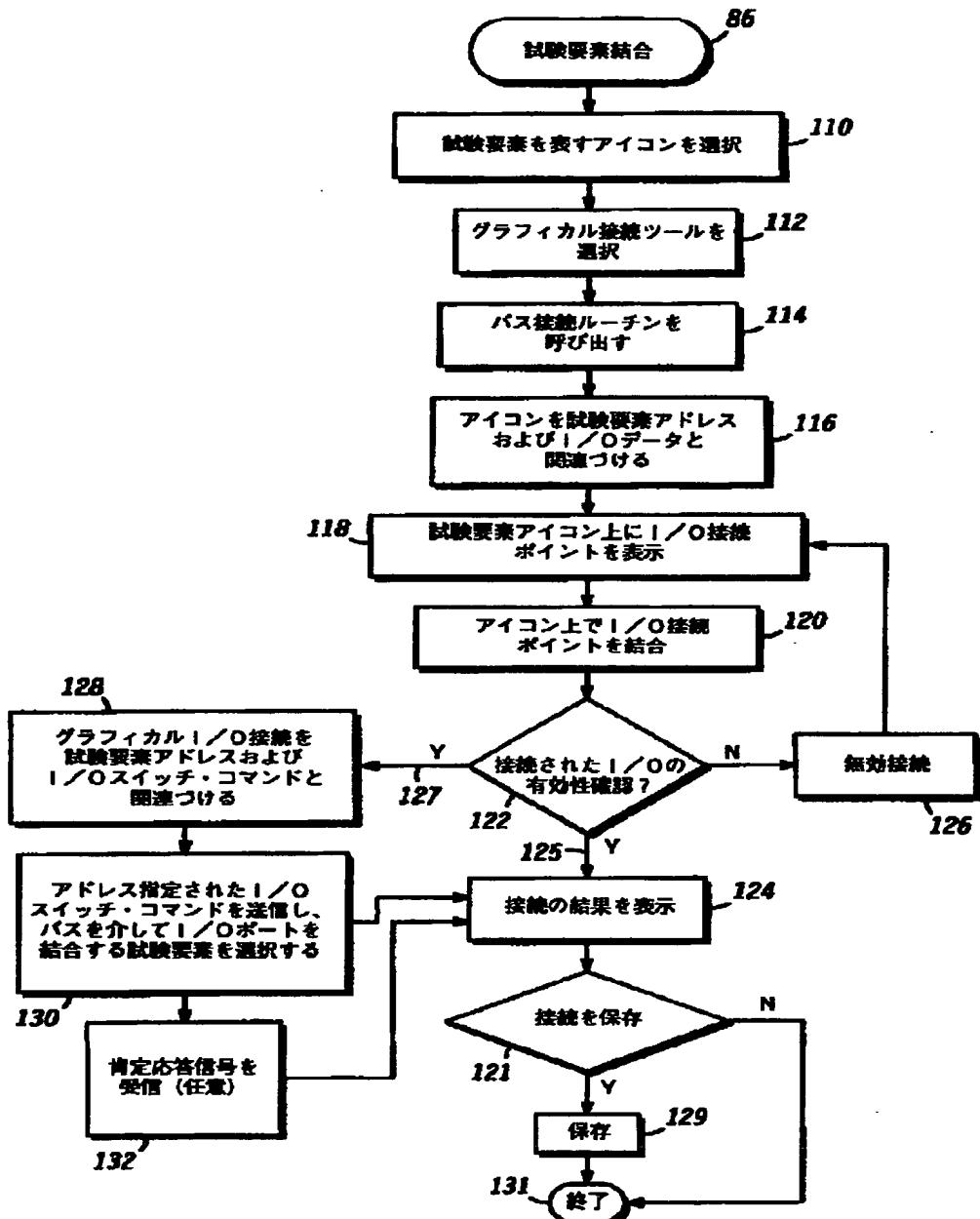
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

